

动物学系统讲座讲稿(6)

脊椎动物的神经系统

北京教师进修学院

1962年

动物学系統講座講稿(六)

脊椎动物的神經系統

女三中 毛玉祺

(一) 神經系統的发生 脊椎动物的神經系統，来源于外胚层。当胚胎发育到原肠期的末期在胚体的背方形成神經板。随着胚体的伸长，不断加厚。在神經板的兩側，形成神經褶，两褶之間成为沟状，即神經沟。随神經褶內卷形成了神經管。因此，管的內表面即是原来外胚层的外表面。神經褶的內卷是由胚体中部开始的，依次向前后两端发展，两端的口很晚才封閉起来。神經管最初是直的，后来前端膨大而弯曲，是即脑泡，将来形成脑。神經管壁增厚的結果，可分为三层。內面称室管膜层中間叫套层外面是緣层。

硬骨魚神經管的发生，略有不同处，是先形成实心的管子，后来才变得中空。



图一 神經系統的发生

在神經管的形成过程中，神經褶的背側方聚集了一片細胞，形成神經嵴。它本是在神經褶的外側各形成一条的。后来，被体节隔开，而形成了一块块的东西，在神經管的兩側列为兩串，它們就是背神經节原基，后来发展成为脊神經节。

神經嵴里，有成神經細胞，这些成神經細胞，后来有的发展成为背神經节的假单极細胞，这种細胞在发生时，本是双极的，而在发育过程里，变为单极，故名假单极細胞，



图二 假单极神經細胞的发育

为交感神經节細胞)。

分布在脑和脊神經节內，它們突起再伸长形成背根与脊神經。另一些成神經細胞迁到临側发展成交感神經元，(有的学者认为神經管里套层的成神經細胞也能迁出来，发展成

包围神經节細胞的小細胞(卫星細胞)和包围神經纖維的雪旺氏細胞，也是由神經嵴分佈在神經管的套层里，也有成神經細胞，它們有的发展成为中間神經元，有的发展成

为脊髓前角的运动神经元。另有一些套层的成神经胶质细胞，发展成为大神经胶质细胞，它又分为星状神经胶质细胞和少突神经胶质细胞两类。神经胶质是中枢神经系统里的特有组织，这些细胞的突起多（即或是叫少突的）在中枢神经系统里，构成网状的支架，支持神经元和它的纤维。神经胶质细胞的突起，没有树突与轴突之分，也没有传导——兴奋的机能。

因此，神经胶质是中枢神经系统里的支持组织，相似于其他器官里的结缔组织。

（二）神经元的种类、形态和机能

神经元就是神经细胞，它包括细胞体和突起，突起有两种，即树突与轴突。轴突的长短，在各种不同的神经元上的差别极大，可由十几个微米到一米长，树突是接受刺激的。把兴奋传到胞体，而轴突则是传导兴奋离开胞体的。

1. 假单极神经元 是感觉神经元，它们集中存在于脑和脊神经节里，从成熟了的细胞看去，在胞体上只有一个突起，但在离开胞体后，分为两枝，一枝连于中枢神经系统到脑或脊髓，叫做中央突；另一枝分布于外围器官中，叫做周围突。显然一般的周围突比中央突长。由于它是感觉神经，所以按兴奋的传导方向来说，中央突是轴突，周围突是树突，但从形态上看，常把它们都称为轴突。

2. 双极神经元 从细胞体的相对极各发出一枝突起，一个是轴突，一个是树突，脊椎动物内耳的感觉神经细胞，嗅觉器官和视网膜的特别感觉细胞都是双极的。

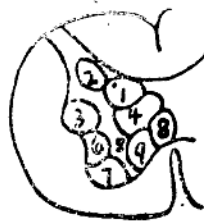
3. 多极神经元 它们是多突的。所有的突起里，只有一个轴突，其余的都是树突。脊髓里的运动神经元是典型的多极神经元，它的轴突从脊髓出来，常是分出若干个分枝，这些分枝的末梢分别分布于不同的肌纤维上，所以一个运动神经元可以控制许多的肌纤维，脑的灰质里，神经元大多数是多极的，交感神经节的细胞，也是属于这个类型的。

（三）脊髓的构造与机能 脊髓来源于神经管，它是一条长柱状的管柱。由腹中裂与背沟分为左右对称的两部分，中央有髓管存在，上通第四脑室。

脊髓的中心是灰质，在横切面上呈蝶形，蝶形的上下翼分别称为后柱与前柱（或称后角与前角）；周围为白质。它的灰质主要存在着神经元的细胞体和神经胶质。后柱连接脊神经的后根。前柱里有大型的多极神经元（即运动神经元），它们的轴突从前柱伸出形成前根。脊髓的中段（胸椎至腰椎第2—3节）还有侧柱，侧柱内存在着交感神经中枢，是小细胞群，它们的轴突，离开脊髓参加到前根。

脊髓的两侧有许多成对的脊神经，各对脊神经相应部分的脊髓灰质称为脊髓节。例如人有31对脊神经，就有31个脊髓节，（颈节8，胸节12，腰节5，骶节5，尾节1）。各节常以拉丁字母代表，C是颈部（Cervicalis），th是胸部（Thoracalis），L是腰部（Lumbalis），S是骶部（Sacralis）CO是尾部（Coccygeus）。如果说第一胸节，即写作Th₁，第四腰节即写作L₄……。

灰质里的神经细胞在一定部位集中起来，形成核。例如后柱里有背核，它伸延于脊髓的全长，但在Th₁₁—L₁之间最为明显，向上、向下，则逐渐缩小，直至只余几个稀疏的细胞。此外后柱中央有后柱固有核，前后柱之间有中间带外侧核、中间带内侧核，以及前柱里的前柱核等。

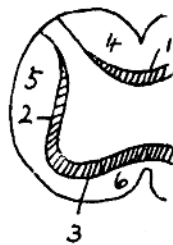


- 1 背核
- 2 后柱固有核
- 3 中間帶外側核、
- 4 中間帶內側核
- 5—9 前柱核

图三 脊髓灰質內神經核的位置

脊髓的机能是传导与简单反射：反射之最简单者是两个神经元組成的反射弧。如膝跳反射。有的通过一个或几个中間神經元，乃形成三个神經元或更复杂的鏈鎖。有些中間神經元是以前其軸突連于同高度的前柱运动神經元的（橫切时，在一平面上）；而另一些常以前其軸突先作丁字形分为升降二支，分別伸向头端方向、尾端方向，通过几个脊髓节（一般1—3节）而各自終于前柱运动神經元。升、降支的每个支又常是发出許多側支，每个側支也可能通过几个脊髓节而各自終于某些前柱的运动神經元。因此，动物体某一点受到刺激，就不仅是传至相应的脊髓节，而常能影响了很大的一群肌肉的反应，形成了复杂而協調的运动。这是生活中最經常出現的反射活动。不过它尽管复杂，也还是脊髓的简单反射。

上述中間神經元的升降支組成了白質的縱层，但它实属于白質，称为脊髓固有束。



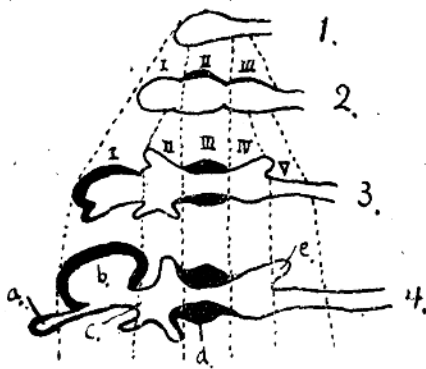
1. 背側固有束
2. 外側固有束
3. 腹側固有束
4. 后束
5. 側束
6. 腹束

图四 脊髓传导束的位置

在固有束以外的白質，又依其存在的位置分为后束，側束和腹束。它們分別是上行，下行的传导道。上行就是由脊髓各节向脑的各部的传导道，下行就是由脑向脊髓的传导道。后束是上行纖維組成的上行传导道；腹束是上行的；側束是兼有上行与下行的。

(四) 脑的构造与机能

脊椎动物胚胎时期，神經管的前端卷曲膨大，繼而形成前脑、中脑和菱脑。再发展成为大脑、小脑和脑干。



图五 脑的发生图解

1. 原始脑,

2 前脑, 中脑及后脑的分化

3 和 4 更进一步分化为五个脑的部分:

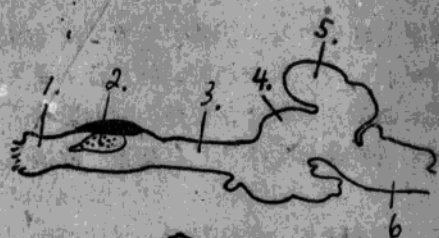
a. 嗅球, b. 前脑, c. 间脑, d. 中脑, e. 小脑, f. 脊髓。

今将脑的分化及脑室的分布列表于下:

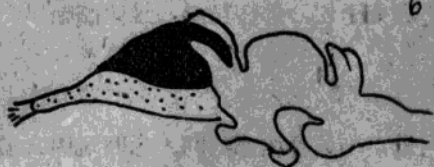
初分区	次分区	引伸部分	脑室
前脑	端脑	嗅叶 纹状体 大脑皮层	侧脑室第一二脑室 第三脑室的嘴部
	间脑	丘脑 下丘脑	第三脑室的大部分
中脑	中脑	四叠体 大脑脚	中脑水管
菱脑	后脑	小脑 脑桥	第四脑室
	延脑 (延髓)	延髓	

脑干包括间脑（丘脑和下丘脑）中脑，脑桥与延髓。是脑的发生史上最早的部分，称为旧脑。不仅是脊髓的直接延续部，而且也是其形态上的转化部，因而，脑干是脑的节段性装置。即与脊髓同样地按一定顺序从脑干发出脑神经（除去嗅神经）。

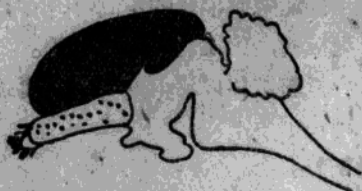
大脑皮层包裹着脑干，构成脑的节上部分，它是脑的发生史上最新的获得物，故名为新脑。



鯊魚



新物



兔



人

1. 嗅叶 2. 紋状体 3. 間腦 4. 中腦
5. 小腦 6. 延髓

六图 图解表示新脑（黑色部分）在旧脑（白色部分）上的发展情况。

1、脑干是连接大脑，小脑，皮質及脊髓的机构。脑干里面有复杂的傳入系統，特别是特殊感觉器官的傳入系統与各运动核之间的联系，建立头部各器官的反射机制及調节重要內脏（心脏与呼吸器官）的活动。大腦皮質与小腦皮質的相互联系也是通过脑干的，同时又能抑制或加强脊髓的反射机能（通过脑干的網状系）。網状結構的上行系統是刺激大腦皮質的主要机制。

2、小脑 小脑在构造上，有两半球与很小而不成对的中間部即蚓部。又分为上蚓，下蚓（以其具有多数横沟分为許多隆起，略似于环形动物故名）蚓部是旧小脑，两半球和新小脑，只哺乳动物具有，人的最为发达。

它的皮質是三层神經細胞所构成的（分子层、浦金野氏（putkinje）細胞层和顆粒层）。它的髓質是白質，含有三种纖維：浦金野氏細胞的軸突是傳出纖維，另外有两种傳入纖維：即爬行纖維和苔蘚纖維。

小脑的主要联系是①接受来自脊髓的纖維，即接受起于肌关节和肌腱的兴奋；②接受內耳平衡器官的兴奋；③接受来自大腦皮質的兴奋；④与脑干的联系。

小脑是调节肌肉运动的主要中枢，其主要机能是在进行随意运动时与大脑皮質以下的运动核合作，促进运动的协调，并对维持全身姿势的机制（伸肌及屈肌反射）有重要关系。这种机制是由脑干神经所控制的，而小脑对它们有重要的影响，主要是抑制的影响。

小脑，还与前庭器官（内耳）有联系，所以对维持身体的平衡也有关系。故摘除小脑的动物，即失去身体的平衡。

3、大脑 它的皮質是六层神经细胞所组成（即分子层，外颗粒层，锥体细胞层，内颗粒层、节细胞层和多形细胞层）。

大脑半球的传导道分二类：

- (1) 联合道 { 固有联合系统 { 短道——即叶内道，连接着相邻的回，称回间固有纤维。
（连接同侧半球不同部位） 长道——即叶间道，连接同侧半球的不同叶，多是形成很大的囊，如钩囊，上纵囊与下纵囊等。
连合系统——两半球间的直合——为胼胝体以及前连合与海马连合等。
- (2) 投射道 { 短道——路线较短。
长道——较长的，最长的到脊髓各节。

按兴奋的传导方向来说它们又分为离心与向心的两种。

(五) 各纲脊椎动物神经系统的比较

1、园口类 脑扁平没有弯曲，表现着原始的特征。脑容量很小，后脑（小脑）很不明显，端脑不发达，由对称的两半而成。每半又分前后两部，前部大，是嗅叶；后部为固有半球。半球的主要部分是纹状体，半球的上壁薄弱，只由一层上皮细胞构成，在盲鳗则完全没有神经成分；在八目鳗，在有限的部分含有锥体细胞，这是大脑皮質的原基，实际上可以说园口类的端脑只是嗅叶，专司嗅觉。间脑的构造最为复杂，包括延脑、松果器等部分，中脑的视叶很小，分化极不完全。所以它的脑一般只看作是分为前、中、后三个部分。第四脑室发达。

脑神经十对，没有端神经。脊神经的背根与腹根交错排列，不相联合。

2、软骨鱼类——鲨鱼 脑分为端脑、间脑、中脑、后脑和延脑五部分。端脑包括嗅球嗅囊和大脑半球。半球的壁由上皮与神经组织而成，大脑半球分为前后两部（界限只为一浅沟）：其前部专司嗅觉，称为嗅叶；后部则为大脑半球之本体。两半球分离不明显，内部有单一的胞室。间脑小。中脑视叶较明显。后脑的小脑部分很发达，这与鲨鱼的灵活运动有关。

脑神经十一对，脊神经由背根与腹根联合而成，交错排列（不在一个横切面上）。由于偶鳍的发达，所以通往胸鳍与腹鳍的脊神经分别联接形成了神经丛（颈臂丛和腰骶丛）。

3、硬骨鱼 端脑较小，大脑与间脑的分界不甚清楚。大脑内有公共的脑室（未分成二侧脑室）。端脑内部主要是纹状体。端脑的壁也是上皮板与少量的神经组织而成。小脑发达，内有第四脑室的伸延。后脑的迷走叶很大。成左右对称两部，位于小脑下方，延脑的背前方。

肺鱼的端脑比所有其余的各部都大。由两半球而成，半球的壁含有神经组织，此组织包复各室腔。从此可谓已发生旧脑皮質了。

4、两栖类 脑相似于鱼的，但大脑比鱼类的发达，左右两半球已很明显。半球上，

脑皮質已很显著。神經細胞一部分由包复室腔的中央灰質向外围轉移而形成的皮質原基（即旧脑皮質），紋状体比較不明显，視叶比較发达，但小脑不如魚类发达。这与它的动物比較简单有关。但由于四肢的出现，所以脊髓与附肢的相当部位形成了膨大，即頸膨大和腰膨大。

脑神經也是十一对：脊神經十对，在通向前，后肢处分別联結形成神經丛（臂丛和腰骶丛）。

5、爬行类 脑的各部都比蛙的发达，特别是大脑半球更为显著。半球是由明显的紋状体与大脑皮質所构成，在皮質里，具有錐体細胞的灰質浅层已很发达了，这就是真正的大脑皮質，但仍仅是几层神經細胞所构成，紋状体增大了，因而侧脑室相应地縮小了。脑神經十三对。〔注〕

6、鳥类 大脑、視叶和小脑都很发达，它的大脑半球的增大，是由于侧脑室基部的紋状体的发达，而并非由于大脑皮質发达所致。鳥类的大脑皮質仍然不是很厚的。不难想象，鳥脑的构造特点是与飞行适应的，因为飞行需要敏銳的视觉与准确地調节运动的能力。脑神經十三对。

7、哺乳类 大脑半球非常发达，在背面盖住了間脑和中脑。大脑皮質是构造大脑的主要部分。間脑与爬行类的相似。中脑子，背部隆起成为四叶，即四叠体。前两叶叫上叠体，与視叶相当；后两叶叫下叠体，与听觉有关。中脑的腹部向外突伸，叫大脑脚，是由大脑来的神經纖維构成的。后脑背部向背面隆起成为小脑，表面有皺褶。后脑的前端腹面突出成为脑桥，是由連接左右两小脑半球的神經纖維所构成的，这是哺乳类特有的结构。脑神經十三对，与爬行动物的相同。

〔注〕一般說脑神經十二对，即是嗅神經，視神經，动眼神經，滑車神經，三叉神經，外展神經，顏面神經，听神經，舌咽神經，迷走神經，脊副神經与舌下神經。这里所說的十三对增加了端神經，它的发现比較晚，作用尚不太明确，算它是第零对脑神經。

（六）植物性神經系統

1、植物性神經系是大脑皮質的内脏調节机制的传出部分（或称第二传出径路，其第一传出径路即指普通周围神經的傳出神經而言）。

它与普通周围神經的區別：

普通周围神經	植物性神經
①比較均等地发于脑干与脊髓	①发于中脑，延髓、第一腰节至第三腰节，第二至第四骶节。
②細胞体位于髓柱，軸突直达骨骼肌	②不直达于所控制的器官，而在植物性神經节（节在內脊髓兩側，或在靠近內脏器官之处，或位于內脏器官壁里）內換一个神經元再达于活动器官。
③支配骨骼肌	③支配心肌、平滑肌、腺。
④神經纖維有髓鞘	④无，即或有也极薄。

2、植物性神經系統分为交感神經系統与副交感神經系統二部：

（1）交感系的纖維发自脊髓第一胸节至第三腰节的灰質側柱內的中枢。

(2)副交感系的纖維发自主腦、延髓和脊髓骶部第二至第四骶骨节的中枢。

交感部：包括脊髓的側柱、交感子、交感纖維和交感神經丛。

側柱內有神經元細胞体，是交感系的中枢。其突起由脊髓出来参与組成各該脊神經。在前后根交接处离开脊神經，达到交感干，进入交感神經节。

交感干 对称地列于脊柱兩側，由交感神經节与連接节的节間支組成。由側柱中枢出来的纖維，本与傳出神經合着，經前根，至前后根相連处，离前根而进入交感神經节。此段即白交通支。在节里，节前纖維分支，每支連于一个节后纖維的細胞体。节后纖維由交感神經节出来后，叫灰交通支，进入脊神經与它們共同进入內脏器官。

交感干可分四段：頸、胸、腰、骶。

①頸：控制咽、唾液腺、泪腺、瞳孔开大肌等（三个节）

②胸：11—12个节，主要有兩对內脏神經（內脏^大神經）。

③腰部：4—5个节；

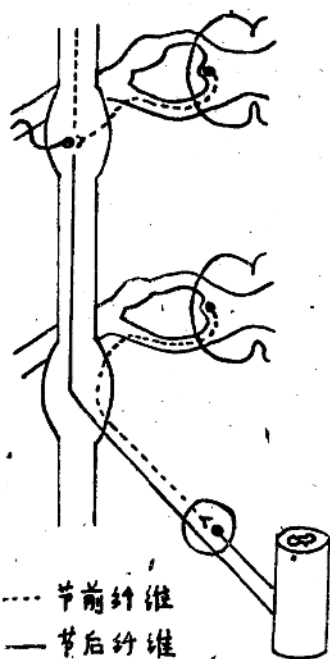
④骶部：四对骶节，一个尾节。

副交感部：包括副交感核、副交感神經节与纖維。

副交感核位于中腦、延髓与脊髓的骶部。是副交感系的中枢。它們的纖維分別併于相应的腦神經与脊神經：

由腦干的副交感核发出的纖維，参与組成第ⅢⅦⅨ和Ⅹ对腦神經。

由脊髓骶部发出的纖維，組成骶部脊神經，支配小骨盆的內脏器官（膀胱、子宮、直肠等）。



图七 植物性神經系統的图解

副交感神經节都位于器官的附近或器官的壁里。在节里，換神經原。

3、植物性神經的意义：

所有脏器都受交感与副交感系的双重支配。

其作用好象是对抗的，实是相輔相成的（见下表）。

交感系	副交感系
①瞳孔开大	①縮小
②唾液泪分泌減少	②用它們分泌
③小动，靜脉收縮	③扩张
④血压升高	④降低
⑤心跳快	⑤慢
⑥腸蠕動慢	⑥蠕動增强
⑦胃分泌減少	⑦分泌加强
⑧支气管肌弛緩	⑧支气管肌收縮
⑨热放散減少	⑨热散的多